

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ФОРМЫ ДАТЧИКА
УСРЕДНЯЮЩЕЙ ТРУБКИ ПИТО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ANSYS FLUENT**

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL FORM OF THE SENSOR
OF THE APPROPRIATE PITO TUBE USING ANSYS FLUENT**

Мустафин Р. М., Карпилов И. Д., Пащенко Д. И.
Самарский государственный технический университет, г. Самара
ravil-bk211@mail.ru,

Mustafin R. M., Karpilov I. D., Pashchenko D. I.
Samara State Technical University, Samara

Аннотация: В настоящей работе представлены результаты численного исследования потока воздуха в цилиндрическом трубопроводе с усредняющей трубкой Пито. Определено влияние геометрической формы усредняющей трубки Пито на постоянную потерю давления потока воздуха. Рассмотрены и изучены четыре различных геометрии трубки Пито. CFD-моделирование задачи выполнено в программном продукте ANSYS Fluent.

Abstract: In this paper, we present the results of a numerical study of the air flow in a cylindrical pipeline with an averaging Pitot tube. The influence of the geometric shape of the pitot averaging tube on the constant loss of air flow pressure is determined. Four different geometries of the Pitot tube are considered and studied. The CFD simulation is performed in ANSYS Fluent.

Ключевые слова: усредняющая трубка Пито, измерение расхода, ANSYS FLUENT, постоянная потеря давления, симуляция.

Key words: Pitot averaging tube, flow measurement, ANSYS FLUENT, constant pressure loss, simulation

Измерение расхода жидкости как сжимаемой и так несжимаемой является одним из наиболее частых измеряемых параметров в промышленности: теплоэнергетика, трубопроводный транспорт, жилищно-коммунальное хозяйство и др. Существует большое многообразие типов расходомеров из-за различных требований к измерению, типов текучих сред и условий измерения [1]. Широкое применение в измерительной технике находят усредняющие трубки Пито, характеризуемые незначительными потерями давления, простотой конструкции и низкими эксплуатационными затратами. Расходомер измеряет дифференциальное давление между портами выше по течению и портом, расположенным сбоку или ниже по течению от датчика в зависимости от конструкции усредняющей трубки Пито (рис. 1).

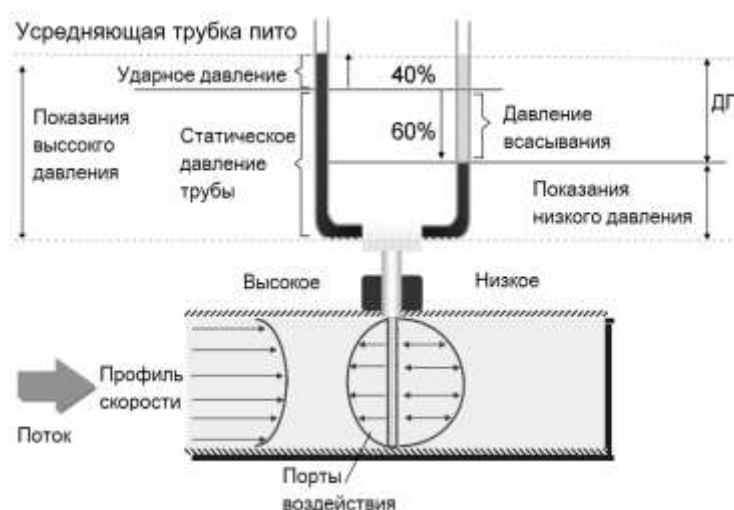


Рис. 1. Принцип работы усредняющей трубки Пито

Каждый расходомер имеет постоянную потерю давления, которая представляет собой разницу статических давлений, которые измеряются между двумя точками. Первая точка находится перед расходомером, где влияние динамического давления пренебрежимо мало. Вторая точка находится за расходомером, где распределение статического давления по пространству завершено.

Целью расчета является моделирование потока воздуха вокруг усредняющей трубки Пито и прогнозирование распределения давления вверх и вниз по течению от различных форм датчика. Этот

расход важен при измерении перепада давления в трубке. В этой работе был выполнен анализ влияния геометрии усредняющей трубки Пито на постоянные потери давления. Характерный размер по осевой линии анализируемого датчика был равен 0,022 м. Для анализа использовалась программная система конечно-элементного анализа динамики движения жидкости ANSYS Fluent [2].

Для упрощения математического описания приняты следующие уточнения, не оказывающие существенного влияния на результаты исследования [3]:

- Температура не изменяется;
- Модель двумерная плоская;
- Гравитационные силы не учитываются.

Область потока, используемая при анализе CFD-модели, состоит из усредняющей трубки Пито с различной формой корпуса в трубе диаметром 100 мм, имеющей общую длину 12 диаметров D труб с длинами труб вверх и вниз по течению от датчика приблизительно $7D$ и $5D$ соответственно. Вычислительная область была разбита на элементарные ячейки треугольной формы с максимальной стороной 10^{-4} м. Количество элементов сетки составляло 43167 элементов. Вокруг датчика применена процедура Inflation, позволяющая получить ячейки одинакового размера, что увеличивает точность расчета [4]. Поток жидкости подвергали симуляции для скорости 10 м/с. Расчеты начались на входе, и они продолжались в направлении выхода до тех пор, пока не будет достигнута заявленная конвергенция 10^{-5} . Примеры адаптации сетки показаны на рис. 2.

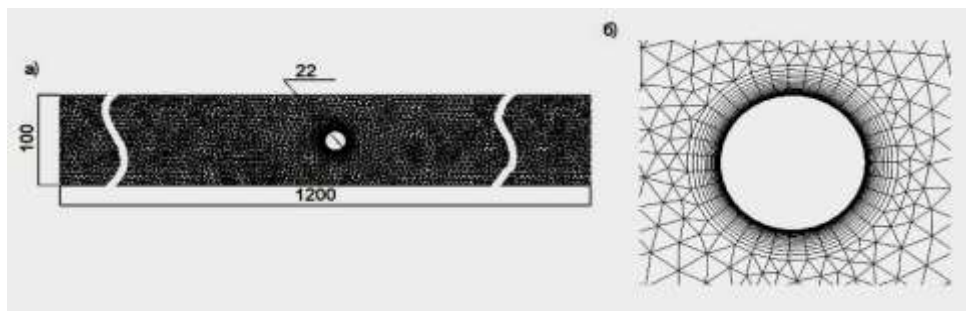


Рис. 2. а) Расчетная сетка, б) Результат адаптации сетки под условия задачи с использованием процедуры Inflation

На рис. 3 показана зависимость потерь давления для четырёх геометрических форм.

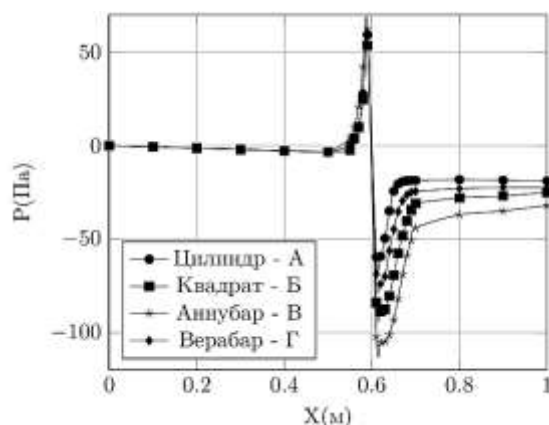


Рис. 3. Распределение статического давления вверх и вниз по течению от различных форм усредняющей трубки Пито

Моделирование усредняющей трубки Пито направлено на определении оптимальной формы поперечного сечения, приводящей к максимизации перепада давления и минимизации постоянной потери давления. Исследовано четыре различных формы: цилиндрическая, квадратная, Аннубар (Annubar) и Верабар (Verabar). Постоянные потери давления для каждой из них составляли 19, 41, 45, 23 соответственно. На основании проведённого анализа установлено, что цилиндрическая форма имеет минимальные потери давления и как следствие является оптимальной формой, т.к. не оказывает существенного влияния на характеристику расходомера. В то же время, такая форма датчика является простой в изготовлении, что обуславливает возможность её широкого применения в расходомерах различных типов, работающих по принципу усредняющей трубки Пито.

Список использованных источников

1. Кремлевский П. П. Расходомеры и счетчики количества веществ: справочник. Кн. 1. – 5-е изд. СПб. : Политехника, 2002. – 409 с.
2. Пашенко Д. И., Частикова О. И., Михедов А. А. Математическое моделирование процессов теплообмена в реакционном элементе системы термохимической регенерации теплоты // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2017. № 1 (53). С.133–142.

3. Ansys: Tutorials. [Электронный ресурс]. URL: <http://expertfea.com/Tutorials.html> (дата обращения 20.11.2017)
4. Карпилов И. Д., Мустафин Р. М. Изучение динамики обтекания цилиндрического шипа воздушной струей в ANSYS Fluent // Наука. Технологии. Инновации: сборник научных трудов. 2016. С. 99–101.

УДК 662.613.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БАКТЕРИАЛЬНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ЗОЛ УНОСА ТЭС

THE RESEARCH OF BACTERIAL LEACHING OF VALUABLE COMPONENT OF FLY ASH TPP

Нидзведский Ф. Ф., Снегирев В. А., Безматерных М. А.
Уральский Федеральный Университет, Екатеринбург,
fyodor1@olympus.ru

Nedzvedski F. F., Snegirev V. A., Безматерных М. А.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассматривается возможность извлечения титана из золошлаковых отходов. Для этого проводились эксперименты по выщелачиванию золошлаковых отходов в колбах Эрленмейера с использованием бактерий *Thiobacillus thioparus* и *Bacillus mucilaginosus*.

Abstract: This paper examines the possibility of extracting titanium from ash and slag wastes. For this purpose experiments were conducted on leaching in Erlenmeyer flasks using bacteria *Thiobacillus thioparus* и *Bacillus mucilaginosus*.

Ключевые слова: выщелачивание, почвенные бактерии, тиобактерии, зола-унос, золошлаковые бактерии.

Key words: leaching, thionic bacteria, soil bacteria, fly ash, ash waste.